



TUGAS AKHIR - SF141501

ROBOT PENGUKUR POLA RADIASI ANTENNA BERBASIS WIFI

LUQMAN AJI KUSUMO
NRP 01111340000104

Dosen Pembimbing
Dr. Yono Hadi Pramono, M.Eng

Departemen Fisika
Fakultas Ilmu Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



TUGAS AKHIR - SF141501

ROBOT PENGUKUR POLA RADIASI ANTENNA BERBASIS WIFI

**LUQMAN AJI KUSUMO
NRP 0111134000104**

**Dosen Pembimbing
Dr. Yono Hadi Pramono, M.Eng**

**Departemen Fisika
Fakultas Ilmu Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018**



FINAL PROJECT - SF141501

WIFI BASED ANTENNA RADIATION PATTERN MEASUREMENT ROBOT

**LUQMAN AJI KUSUMO
NRP. 01111340000104**

**Advisor
Dr. Yono Hadi Pramono, M.Eng**

**Department of Physics
Faculty of Science
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018**

LEMBAR PENGESAHAN

ROBOT PENGUKUR POLA RADIASI ANTENNA BERBASIS WIFI

Disusun untuk memenuhi syarat kelulusan mata kuliah Tugas

Akhir Program Strata 1

Departemen Fisika

Fakultas Ilmu Alam

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

LUQMAN AJI KUSUMO

NRP 01111340000104

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

Dr. Yono Hadi Pramono, M.Eng

NIP. 19690904 199203.1.003



ROBOT PENGUKUR POLA RADIASI ANTENNA BERBASIS WIFI

Nama : Luqman Aji Kusumo
NRP : 01111340000104
Jurusan : Fisika, FIA ITS
Pembimbing : Dr. Yono Hadi Pramono, M.Eng

Abstrak

Penelitian dengan judul “Robot Pengukur Pola Radiasi Antenna Berbasis WiFi” dilakukan dengan tujuan melakukan desain dan fabrikasi robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi. Analisis akurasi sudut antenna dengan menggunakan robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi dan analisis beban maksimum yang dapat diputar oleh robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi. Hasil penelitian yang diperoleh adalah robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi berhasil didesain dan difabrikasi dengan bentuk yang lebih ringkas dan fungsi yang lebih banyak dibandingkan dengan alat pengukur pola radiasi antenna manual. Pada robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi dilakukan *microstepping* untuk mendapatkan sudut yang akurat, namun tetap memiliki keterbatasan akibat kuantisasi pada *microstepping*. Pengukuran beban maksimum dilakukan dengan satuan sudut per lima derajat karena robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi digunakan dengan perputaran sebesar lima derajat dan beban maksimum yang dapat diputar oleh robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi adalah sebesar 308.6 gram.

Kata kunci: Antenna, ESP8266, *Microstepping*, Pola Radiasi, dan Torsi

WIFI BASED ANTENNA RADIATION PATTERN MEASUREMENT ROBOT

Name : Luqman Aji Kusumo
NRP : 01111340000104
Major : Physics, Faculty of Science ITS
Advisor : Dr. Yono Hadi Pramono, M.Eng

Abstract

The study of WiFi based antenna radiation pattern measurement robot was aimed to design and fabricate WiFi based antenna radiation pattern measurement robot. To analyze about angle accuracy using WiFi based radiation pattern measurement robot, and to know maximum weight that WiFi based radiation pattern measurement robot could rotate. The results were WiFi based antenna radiation pattern measurement robot designed and fabricated successfully with more compact form factor and more feature than manual antenna radiation pattern measurement tool. On WiFi based antenna radiation pattern measurement robot, *microstepping* was done to gather angle accuracy, but still there was limitation because of *microstepping* quantization. Maximum weight measurement was done with five degree unit because WiFi based antenna radiation pattern measurement robot used to rotate at five degree and maximum weight that WiFi based antenna radiation pattern measurement robot could rotate was 308.6 gram.

Key words: Antenna, ESP8266, Microstepping, Radiation Pattern, and Torque

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir sebagai syarat wajib untuk memperoleh gelar sarjana jurusan Fisika FIA ITS dengan judul:

“ROBOT PENGUKUR POLA RADIASI ANTENNA BERBASIS WIFI”

Penulis menyadari dengan terselesaikannya penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan tepat waktu.
2. Bapak Suparji dan Ibu Sri Alis selaku orang tua, dan keluarga tercinta yang senantiasa memberikan do'a serta dukungan moral dan spiritual kepada penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Heru Sukanto, M.Si. selaku dosen wali yang selalu memberikan dukungan kepada penulis selama masa perkuliahan.
4. Bapak Dr. Yono Hadi Pramono, M.Eng selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang senantiasa memberikan bimbingan, wawasan, pemantauan, dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan lancar sekaligus Kepala Departemen Fakultas Ilmu Alam (FIA) ITS.
5. Seluruh Staff Pengajar di Departemen Fisika ITS. Kepala Laboratorium Instrumentasi, Kepala Laboratorium Optik, dan juga segenap staff Tata Usaha yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Sahabat seperjuangan yang ada di Lab. Optik dan EM Terapan antara lain Firman, Adha, Wafa, Nura, Astrid, Puput, Taufik, Rico, Sulthon dan masih banyak lagi yang

telah membantu dan memotivasi dalam menyelesaikan Tugas Akhir dengan penuh suka dan duka.

7. Teman-teman seangkatan yang tidak bisa saya sebutkan satu-satu yang telah memberikan semangatnya kepada penulis selama kuliah hingga pengerjaan Tugas Akhir.
8. Segenap teman-teman seperjuangan Departemen Syiar Forum Studi Islam Fisika (FOSIF) ITS

Penulis menyadari atas keterbatasan ilmu pengetahuan dan kemampuan yang dimiliki, oleh karena itu penulis akan menerima kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan penulisan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan serta memberikan inspirasi bagi pembaca untuk dapat mengembangkan bidang pengembangan antenna dan IoT (*Internet of Things*).

Surabaya, Desember 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iv
<i>Abstrak</i>	v
Abstract	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Permasalahan.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan Laporan.....	3
BAB II	4
DASAR TEORI.....	4
2.1 Gelombang Elektromagnetik.....	4
2.2 Antenna	5
2.3 Jenis-Jenis Antenna	6
2.4 Pola Radiasi Antenna	8
2.5 Torsi.....	9
2.6 Arduino IDE	10
2.7 <i>Access point</i>	11
2.8 <i>Motor Stepper</i>	12
2.9 <i>Microstepping</i>	13
2.10 ESP8266	15

BAB III.....	18
METODOLOGI	18
3.1 Tahap-tahap Penelitian	18
3.2 Studi Literatur.....	20
3.3 Perancangan Desain Robot Pengukur Pola Radiasi Antenna Berbasis WiFi.....	20
3.4 Fabrikasi Robot Pengukur Pola Radiasi Antenna Berbasis WiFi.....	20
3.5 Pengujian Desain dan Kode Robot Pengukur Pola Radiasi Antenna Berbasis WiFi.....	23
3.6 Kalibrasi Robot Pengukur Pola Radiasi Antenna Berbasis WiFi.....	23
3.7 Metode Analisis.....	24
BAB IV	26
HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Analisis Data	26
4.1.1 Skema Kerja Robot Pengukur Pola Radiasi Antenna Berbasis WiFi	26
4.1.2 Analisis Akurasi Sudut pada Robot Pengukur Pola Radiasi Antenna Berbasis WiFi.....	30
4.1.3 Analisis Beban Maksimum yang dapat Diputar oleh Robot Pengukur Pola Radiasi Antenna Berbasis WiFi	31
4.2 Pembahasan	34
BAB V 36	
KESIMPULAN DAN SARAN	36
5.1 Kesimpulan.....	36
5.2 Saran.....	37
DAFTAR PUSTAKA.....	38
LAMPIRAN	40
LAMPIRAN 1	40
LAMPIRAN 2	44
LAMPIRAN 3	47
LAMPIRAN 4.....	49

LAMPIRAN 5	56
LAMPIRAN 6	58
BIODATA PENULIS.....	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Antenna <i>Monopole</i> (http://abi-blog.com/jenis-dan-fungsi-antena/)	5
Gambar 2.2 Antenna Dipol (Visser, 2012).....	6
Gambar 2.3 Antenna Loop (Visser, 2012)	6
Gambar 2.4 Antenna Horn (Visser, 2012).....	7
Gambar 2.5 Antenna Reflektor Parabola (Visser, 2012).....	7
Gambar 2.6 Antenna <i>Printed Monopole</i> Tipe <i>Microstrip</i> dan <i>Coplanar Wave</i> (Visser, 2012)	8
Gambar 2.7. Pola Radiasi Antenna Jenis Fan Beam (seaviewsystems.com)	8
Gambar 2.8 Gaya yang Bekerja pada Saat Mengencangkan Baut dengan Kunci Pas (Serway & Jewett, 2004).....	10
Gambar 2.9 Arduino IDE (Margolis, 2012).....	11
Gambar 2.10 <i>Access point</i> (onastore.in).....	12
Gambar 2.11 <i>Motor Stepper</i> Tipe <i>Hybrid Stepper</i> (tinycontrols.com).....	12
Gambar 2.12 Pola <i>Microstepping</i> Kotak (zaber.com)	14
Gambar 2.13 Pola <i>Microstepping</i> Melingkar (zaber.com)	14
Gambar 2.14 Pola <i>Microstepping</i> Arbiter (zaber.com).....	14
Gambar 2.15 Pola <i>Microstepping</i> Melingkar (zaber.com)	16
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian Robot Pengukur Pola Radiasi Antenna Berbasis WiFi.....	19
Gambar 3.2 <i>Access point</i> yang Digunakan.....	21
Gambar 3.3 Clipsal (Klem Kabel) Ukuran 25 mm.....	22
Gambar 3.4 Bearing Tipe Pillow Block UCF205	22
Gambar 3.5 Desain Robot Pengukur Pola Radiasi Antenna Berbasis WiFi yang Sudah Jadi Beserta Kedua Laptop Pengoperasi.....	23
Gambar 4.1 Skema Kerja Robot Pengukur Pola Radiasi Antenna Berbasis WiFi	27
Gambar 4.2 Halaman <i>Web</i> Pengontrol Robot Pengukur Pola Radiasi Antenna Berbasis WiFi.....	27

Gambar 4.3 Halaman *Web* Pengukur *Power* Antenna Uji28

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data Perbandingan Sudut pada Robot Pengukur Pola Radiasi Antenna Berbasis WiFi.....	31
--	----

DAFTAR LAMPIRAN

Data Pengukuran Akurasi Sudut Berdasarkan Perbedaan Sudut dari <i>Microstepping</i> dengan Sudut pada Papan Sudut	40
Kode Program Robot Pengukur Pola Radiasi Antenna Berbasis WiFi.....	44
<i>Datasheet Motor Stepper Snasda 57STH Series</i>	47
<i>Datasheet Driver Motor Stepper DM542A</i>	49
<i>Datasheet Access Point TP-LINK TL-WA701ND V2</i>	56
<i>Datasheet Development Board WEMOS D1 R2</i>	58

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Evolusi teknologi komunikasi nirkabel memerlukan teknologi terbaru dalam mendukung kualitas komunikasi yang lebih baik, pelayanan yang lebih baik, dan aplikasi yang lebih luas. Antenna merupakan salah satu komponen utama dalam sistem komunikasi nirkabel. Antenna merupakan alat yang dapat mentransmisikan sinyal-sinyal listrik dari sistem kabel menjadi gelombang yang dipancarkan pada ruang bebas dan dapat diterima oleh antenna lainnya. (Volakis, 2007).

Selama ini, pengukuran pola radiasi antenna, terutama di jurusan Fisika, menggunakan metode *manual*. Metode ini dilakukan dengan cara memutar antenna secara *manual* dari sisi kabel setiap perubahan sudut tertentu. Hal ini dapat menyebabkan pengukuran sudut antenna yang kurang tepat. Selain itu, bila menggunakan alat pengukur pola radiasi antenna otomatis, harga dari alat tersebut mahal karena harus impor terlebih dahulu dari luar negeri.

Oleh karena itu, diperlukan suatu solusi untuk mengatasi masalah tersebut. Pada Tugas Akhir ini, solusi yang ditawarkan untuk masalah tersebut adalah robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi. Robot pengukur pola radiasi antenna tersebut didesain agar dapat ditempatkan dan digunakan pada suatu ruangan khusus (chamber). Keunggulan lain dari robot pengukur pola radiasi antenna ini adalah dapat dikontrol jarak jauh secara nirkabel menggunakan WiFi.

1.2 Rumusan Permasalahan

Berikut beberapa rumusan masalah yang muncul dari latar belakang penelitian Tugas Akhir ini:

1. Bagaimana desain dan fabrikasi yang tepat untuk robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi?
2. Bagaimana bentuk skema kerja dari robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi.
3. Bagaimana akurasi sudut antenna dengan menggunakan robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi dibandingkan dengan pemutaran secara *manual*?
4. Berapa beban maksimum yang dapat diputar oleh robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Melakukan desain dan fabrikasi robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi.
2. Memaparkan bentuk skema kerja dari robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi.
3. Melakukan analisis akurasi sudut antenna dengan menggunakan robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi dibandingkan dengan menggunakan pemutaran secara *manual*.
4. Mengetahui beban maksimum yang dapat diputar oleh robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi.

1.4 Batasan Masalah

Batasan Masalah dari penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bahan yang digunakan pada fabrikasi robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi berupa akrilik.
2. Pengontrol yang digunakan berupa *Development board* “WeMos D1 R2” dengan IC ESP8266.

3. Konektor yang digunakan dalam menghubungkan antenna ke *access point* berupa konektor RP-SMA.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai penerapan bidang otomasi dan IoT (internet of things) pada pengembangan antenna, terutama dalam mengetahui pola radiasi antenna. Alat ini juga akan dihibahkan kepada laboratorium optik dan EM terapan sebagai pengganti alat ukur pola radiasi antenna yang lama.

1.6 Sistematika Penulisan Laporan

Penulisan makalah Tugas Akhir ini terdiri dari abstrak yang berisi ringkasan dari penelitian. Bab I pendahuluan yang memuat latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, manfaat penelitian serta sistematika penulisan. Bab II dasar teori memuat tentang teori-teori pendukung yang digunakan sebagai acuan dalam melakukan penelitian. Bab III metodologi penelitian memuat tentang metode yang digunakan dalam penelitian. Bab IV hasil penelitian dan pembahasan berisi tentang hasil data dan pengolahan data serta analisis data. Bab V kesimpulan dan saran.

BAB II DASAR TEORI

2.1 Gelombang Elektromagnetik

Arus yang mengalir pada suatu kawat atau konduktor, memiliki kecenderungan untuk teradiasi, namun diperlukan usaha lebih untuk membuat hal tersebut terjadi. Rangkaian dengan frekuensi tinggi akan dengan mudah teradiasi dibandingkan dengan rangkaian dengan frekuensi rendah. Sehingga pada rangkaian dengan frekuensi tinggi, muatan yang telah terakselerasi, dengan didukung struktur fisis yang memenuhi syarat untuk terjadinya radiasi, dapat memaksa terjadinya pelepasan medan listrik dan medan magnet dari struktur peradiasi. Hal ini disebut sebagai radiasi gelombang elektromagnetik (Carr and Hippisley, 2012).

Gelombang elektromagnetik memiliki dua medan yang membentuknya, yaitu medan listrik dan medan magnet. Kedua medan tersebut dinyatakan dalam persamaan Maxwell sebagai berikut

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = 0 \dots\dots\dots(1)$$

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0 \dots\dots\dots(2)$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\delta \vec{B}}{\delta t} \dots\dots\dots(3)$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \varepsilon_0 \frac{\delta \vec{E}}{\delta t} \dots\dots\dots(4)$$

Dimana pada persamaan (3) dan (4) bila dicurl akan menjadi

$$\begin{aligned} \vec{\nabla} \times (\vec{\nabla} \times \vec{E}) &= \vec{\nabla}(\vec{\nabla} \cdot \vec{E}) - \vec{\nabla}^2 \vec{E} = \vec{\nabla} \times \left(-\frac{\delta \vec{B}}{\delta t} \right) \\ &= -\frac{\delta}{\delta t} (\vec{\nabla} \times \vec{B}) = -\mu_0 \varepsilon_0 \frac{\delta^2 \vec{E}}{\delta t^2} \dots\dots\dots(5) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\vec{\nabla} \times (\vec{\nabla} \times \vec{B}) &= \vec{\nabla}(\vec{\nabla} \cdot \vec{B}) - \vec{\nabla}^2 \vec{B} = \vec{\nabla} \times \left(\mu_0 \varepsilon_0 \frac{\delta \vec{E}}{\delta t} \right) \\ &= \mu_0 \varepsilon_0 \frac{\delta}{\delta t} (\vec{\nabla} \times \vec{E}) = -\mu_0 \varepsilon_0 \frac{\delta^2 \vec{B}}{\delta t^2} \dots \dots \dots (6)\end{aligned}$$

Persamaan (5) dan (6) merupakan persamaan untuk masing-masing medan listrik dan medan magnet yang berada pada keadaan persamaan orde kedua (Griffiths, 1999).

2.2 Antenna

Antenna merupakan komponen dasar yang dibutuhkan sebagai medium perantara informasi pada perangkat elektronik yang bergantung pada ruang bebas. Antenna merupakan alat yang dapat digunakan untuk menerima dan mentransmisikan gelombang elektromagnetik, terutama gelombang radio.

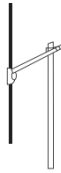


Gambar 2.1 Antenna *Monopole* (<http://abi-blog.com/jenis-dan-fungsi-antena/>)

Pada hubungan komunikasi antar kedua alat yang memiliki antenna, salah satu antenna memancarkan sinyal dari pemancar dan kemudian diterima oleh antenna yang lain dan diteruskan melalui kabel atau pandu gelombang ke penerima (Smith, 1988). Saat antenna melakukan transmisi, antenna menerima energy dari jalur transmisi dan kemudian memancarkannya ke ruang bebas dan ketika antenna digunakan sebagai penerima, antenna menangkap energi dari gelombang yang datang dan kemudian diteruskan ke jalur transmisi (Johnson, 1993).

2.3 Jenis-Jenis Antenna

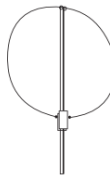
Dari sejumlah antenna yang telah ada, dapat dibagi menjadi enam jenis antenna yaitu antenna dipol, antenna *loop*, antenna *aperture* (bukaan), antenna bereflektor, antenna *array*, dan antenna *modern*. Antenna dipol merupakan jenis antenna yang terdiri dari dua kawat atau tabung yang memiliki panjang yang lebih pendek dari panjang gelombang yang diterima maupun dipancarkan dan terletak pada sumbu yang sama dengan arah perambatan gelombang.



Gambar 2.2 Antenna Dipol (Visser, 2012)

Pada antenna dipol, juga terdapat celah diantara kedua kawat atau tabung yang berfungsi sebagai ujung (terminal) yang terhubung dengan sumber tegangan. Umumnya, antenna dipol digunakan pada pemancar radio dengan frekuensi VHF kebawah (Visser, 2012).

Antenna *loop* merupakan salah satu jenis antenna yang terbentuk dari bahan konduktor yang dibentuk menyerupai kurva tertutup dan diberi celah diantara kedua konduktor sebagai ujungnya.

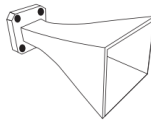


Gambar 2.3 Antenna Loop (Visser, 2012)

Jenis lain antenna *loop* adalah antenna *multi-loop* yang terdiri dari antenna *loop* yang dihubungkan secara seri dan saling berhubungan antara antenna *loop* yang satu dengan yang lain. Antenna *loop* merupakan salah satu struktur antenna primer,

terutama sebagai antenna penerima pada eksperimen awal yang dilakukan oleh Hertz pada perambatan gelombang elektromagnetik (Johnson, 1993).

Salah satu jenis antenna yang juga umum digunakan pada saat ini adalah antenna *aperture* (bukaan). Antenna jenis ini memiliki *aperture* (bukaan) dengan bahan logam pada bukaannya. Contoh dari antenna antenna aperture adalah antenna *horn*.



Gambar 2.4 Antenna Horn (Visser, 2012)

Medan elektromagnetik yang melalui bukaan ini, dipancarkan menuju ruang bebas. Jenis antenna *horn* elektromagnetik memiliki bukaan radiasi yang disesuaikan dengan sistem pandu gelombang yang mendukung pengeluaran sinyal.

Antenna bereflektor merupakan salah satu jenis dari antenna *aperture*. Antenna bereflektor memiliki peradiasi primer (umumnya terbentuk dari antenna dipol atau antenna *horn*) pada titik fokus reflektor parabola.

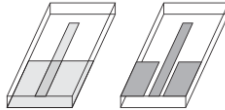


Gambar 2.5 Antenna Reflektor Parabola (Visser, 2012)

Bukaan dari antenna jenis ini dibentuk oleh reflektor berbentuk parabola tersebut ke ruang bebas. Jenis antenna ini memungkinkan untuk melakukan komunikasi jarak jauh baik dengan frekuensi rendah hingga frekuensi tinggi dengan rentang GHz.

Beberapa jenis antenna yang digabungkan menjadi satu kesatuan unit antenna disebut sebagai antenna *array*. Antenna *array* juga disebut sebagai antenna elemen atau elemen *array*.

Kombinasi dari beberapa elemen disebut sebagai *antenna array*. Umumnya, elemen yang sama dapat diposisikan pada rentang tertentu secara segaris (*linear array antenna*) atau pada bidang (*planar array antenna*). Pada jenis antenna ini, radiasi elektromagnetik yang dipancarkan memiliki lebar berkas yang sempit.

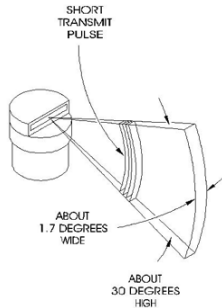


Gambar 2.6 Antenna *Printed Monopole* Tipe *Microstrip* dan *Coplanar Wave* (Visser, 2012)

Antenna *modern* merupakan antenna yang terbentuk dari antenna dasar, namun memiliki beberapa detail yang lebih mendalam. Antenna yang termasuk pada jenis antenna *modern* adalah antenna *printed monopole*, *inverted F antenna*, dan antenna *patched microstrip*. Antenna *modern* sudah banyak diterapkan pada perangkat nirkabel saat ini. (Visser, 2012).

2.4 Pola Radiasi Antenna

Setiap jenis antenna memiliki bentuk pola radiasinya masing-masing. Terdapat beberapa jenis pola radiasi antenna yang umum dijumpai yaitu *omnidirectional beam*, *pencil beam*, *fan beam*, dan *shaped beam*. Pola radiasi antenna *omnidirectional* sangat umum digunakan pada keperluan komunikasi dan penyiaran. Pola radiasi *omnidirectional* memiliki pola melingkar, namun pola tersebut juga memiliki keterarahan yang berguna pada arah *horizontal*.



Gambar 2.7. Pola Radiasi Antenna Jenis Fan Beam
(seaviewsystems.com)

Pola radiasi *pencil beam*, hanya dimiliki oleh antenna yang memiliki keterarahan yang besar, sehingga pola yang dihasilkan cenderung ke arah hadap antenna. Pada pola radiasi ini, berkas yang dihasilkannya simetris dengan bentuk melingkar simetris terhadap arah hadap antenna. Sedangkan pada pola radiasi antenna tipe kipas (fan). Pola radiasi tipe ini memiliki bentuk pola yang sempit pada satu sisi dan di sisi yang lain memiliki pola yang lebih lebar. Pola seperti ini umumnya dijumpai pada *radar* mata-mata, dimana ukuran lebar berkas terukur secara vertikal dan discan pada azimuth (Johnson, 1993).

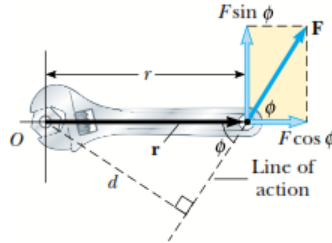
2.5 Torsi

Torsi (τ) merupakan nilai kuantitatif dari gaya yang menyebabkan atau mengubah pergerakan rotasional dari suatu benda (Young & Freedman, 2008). Ketika suatu gaya diberikan pada benda yang memiliki acuan pada sumbu tertentu, benda tersebut akan berputar pada sumbu yang dijadikan acuannya. Torsi merupakan besaran vektor. Torsi memiliki persamaan sebagai berikut:

$$\tau = rF\sin\phi = Fd \dots \dots \dots (7)$$

dimana r merupakan jarak dari sumbu acuan pada benda dengan titik dimana gaya diberikan. Gaya yang diberikan sebesar F akan

bekerja pada benda dengan sudut ϕ sesuai dengan arah sumbu acuan. Salah satu contoh kegiatan dalam kehidupan yang menerapkan torsi adalah mengencangkan baut dengan kunci pas, seperti pada gambar 2.8.



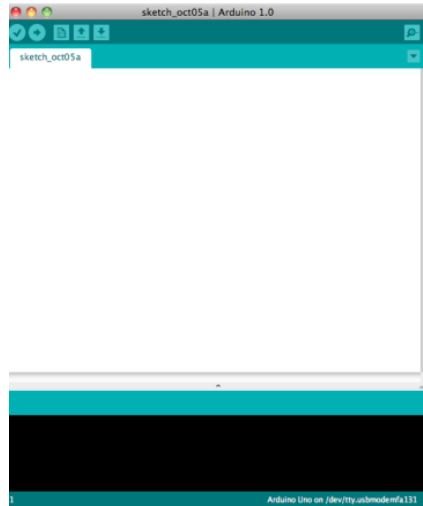
Gambar 2.8 Gaya yang Bekerja pada Saat Mengencangkan Baut dengan Kunci Pas (Serway & Jewett, 2004)

Berdasarkan gambar tersebut, gaya F diterapkan berdasarkan garis aksi, dimana garis aksi merupakan garis imajiner dari kedua ujung vektor yang menyatakan gaya. Pada gambar 2.8 terlihat bahwa garis imajiner tersebut membentuk segitiga siku-siku dengan sisi miring dari kunci pas. Salah satu sisi tersebut merupakan sisi d , yang sejajar dengan $r \sin \phi$. Oleh karena itu, dapat dinyatakan bahwa $d = r \sin \phi$ (Serway & Jewett, 2004).

2.6 Arduino IDE

Arduino Integrated Development Environment (IDE) merupakan suatu program sederhana yang terdiri dari editor, compiler, loader, dan serial monitor. Program ini dapat digunakan di banyak sistem operasi, mulai dari Windows, Linux, sampai Mac OS. Arduino IDE tidak memiliki fitur seperti debugging atau pelengkap kode. Program ini didesain sedemikian rupa agar pengkodean *development board*, baik yang berbasis Arduino ataupun dari pihak ketiga dapat dilakukan dengan mudah. Namun, terkadang penggunaan Arduino IDE juga tidak lepas dari masalah ketika kita baru mempelajarinya atau mencoba dengan hal-hal yang lain (Schmidt, 2011). Pengkodean pada Arduino IDE

menggunakan bahasa C (Monk, 2013). Pemrograman mikrokontroler pada arduino ataupun mikrokontroler yang lain dilakukan dengan melalui Arduino Intergrated Development Environment (IDE).



Gambar 2.9 Arduino IDE (Margolis, 2012)

Arduino IDE memberikan kemampuan pada pemrogram untuk menulis ataupun mengedit kode dan kemudian mengunggahnya ke dalam mikrokontroler secara langsung (Margolis, 2012).

2.7 *Access point*

Access point (AP) merupakan suatu perangkat keras dalam sistem jaringan internet yang digunakan sebagai unit penerima dan pemancar (*transceiver*). *Access point* juga menghubungkan satu pengguna dengan pengguna lain pada jaringan, dan juga dapat menghubungkan antara jaringan wireless maupun jaringan berkabel (techtarget.com).



Gambar 2.10 *Access point* (onastore.in)

Access point bertindak sebagai pusat transmisi dan penerimaan sinyal *wireless*. Pada umumnya, *access point* sudah memiliki fitur WiFi yang terintegrasi dan banyak digunakan untuk mendukung jaringan internet nirkabel publik atau tempat bisnis dimana memiliki bangunan yang lebih besar dan harus tetap berada dalam jangkauan WiFi. Perangkat keras *access point* berbentuk seperti router pada umumnya (Lifewire.com).

2.8 *Motor Stepper*

Motor Stepper merupakan suatu *motor* DC yang dapat berputar dengan sudut putaran yang akurat dan kemudian berhenti. Setiap putaran disebut sebagai satu “*step*”.



Gambar 2.11 *Motor Stepper Tipe Hybrid Stepper* (tinycontrols.com.)

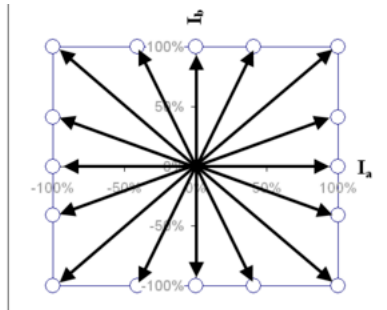
Dikarenakan desain yang sederhana dan tingkat akurasi yang tinggi, *motor stepper* banyak diaplikasikan pada perangkat elektronik. Keuntungan dari penggunaan *motor stepper* adalah pada bagian pengontrol, tidak perlu membaca posisi dari *motor stepper* untuk mengetahui orientasinya. Untuk sejumlah aplikasi

yang menggunakan *motor stepper*, dibutuhkan sudut *step* sekecil mungkin.

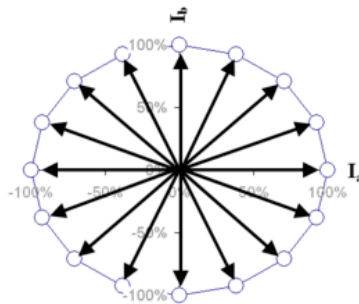
Pada penelitian ini, digunakan *motor stepper* jenis *hybrid* (HY). *Motor stepper* jenis *hybrid* memiliki keunggulan yang dimiliki oleh *motor stepper* dengan magnet permanen maupun VR *stepper*. *Hybrid stepper* memiliki magnet permanen yang dapat memberikan torsi besar seperti pada *motor stepper* dengan magnet permanen dan juga memiliki gigi pada *komutator* yang berfungsi untuk meningkatkan akurasi sudut, seperti pada VR *stepper*. Kelemahan dari *motor stepper* jenis *hybrid* adalah berharga mahal, berukuran besar, dan berat. (Scarpino, 2015)

2.9 Microstepping

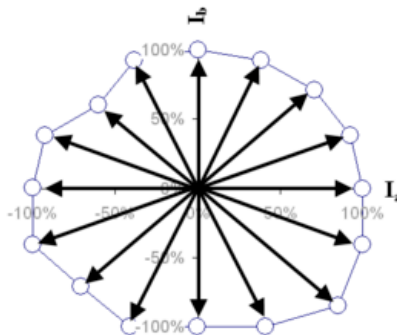
Microstepping merupakan cara menjalankan *motor stepper* dengan *step* yang lebih kecil dari satu full *step* dalam sekali perputaran. *Motor Stepper* bekerja dengan berputar dalam satu full *step* dengan setiap pulsa arus listrik yang diterima. *Microstepping* dapat membuat pergerakan *motor stepper* menjadi lebih halus karena *step* yang digunakan menjadi lebih kecil. *Microstepping* bekerja dengan mengirimkan sinyal-sinyal *step* secara parsial kepada *motor stepper*. Nilai yang umum digunakan pada *microstepping* berkisar antara 16 hingga 64 *microsteps* per satu full *step* (motioncontroltips.com). Terdapat tiga jenis pola dalam *microstepping*, yaitu pola kotak, pola melingkar, dan pola arbiter. Berikut merupakan diagram fase dari ketiga pola *microstepping*.



Gambar 2.12 Pola *Microstepping* Kotak (zaber.com)



Gambar 2.13 Pola *Microstepping* Circular (zaber.com)



Gambar 2.14 Pola *Microstepping* Arbiter (zaber.com)

Sumbu I_a dan I_b merupakan posisi *motor stepper* dalam keadaan *full step*. Semakin meningkat nilai theta, pergerakan fasor pada *motor stepper* menjadi berkebalikan arah jarum jam dari posisi saat ini. Pada saat theta bernilai 90° , fasor pada *motor stepper* berada pada sumbu I_b positif. Daya dan torsi juga berhubungan dengan panjang fasor. Berikut merupakan persamaan panjang fasor seperti pada persamaan (8).

$$\text{panjang fasor} = \sqrt{(I_a^2 + I_b^2)} = \sqrt{\frac{\text{Daya}}{R}} \dots \dots \dots (8)$$

sedangkan

$$\text{Daya} = I_a^2 + I_b^2 \dots \dots \dots (9)$$

Maka panjang fasor berhubungan langsung dengan daya yang dikeluarkan setiap sudut *microstep*. Torsi secara langsung berhubungan dengan arus. Dengan demikian, torsi yang terdapat pada *motor stepper* berbanding lurus dengan panjang fasor, dan diagram fase menggambarkan bagaimana torsi pada *motor* bervariasi pada setiap derajat *microstepping* (zaber.com).

2.10 ESP8266

ESP8266 merupakan salah satu jenis *integrated circuit* (IC) yang didesain untuk kebutuhan koneksi nirkabel. ESP8266 memiliki WiFi yang telah terintegrasi didalamnya, sehingga mampu digunakan sebagai host aplikasi. ESP8266 juga memiliki kemampuan proses yang cukup kuat dan ruang penyimpanan yang besar sehingga dapat diintegrasikan dengan sensor-sensor maupun terhadap alat tertentu melalui port GPIO (*General Purpose Input Output*). (“ESP8266EX - InCircuit”).

IC ESP8266 juga digunakan pada beberapa modul wireless yang terpasang pada *development board* yang sudah terintegrasi dengan WiFi maupun dalam bentuk modul itu sendiri. Salah satu jenis *development board* yang telah memiliki modul wireless dengan IC ESP8266 adalah WeMos D1 R2.



Gambar 2.15 *Development board* WeMos D1 R2
(hobbycomponents.com)

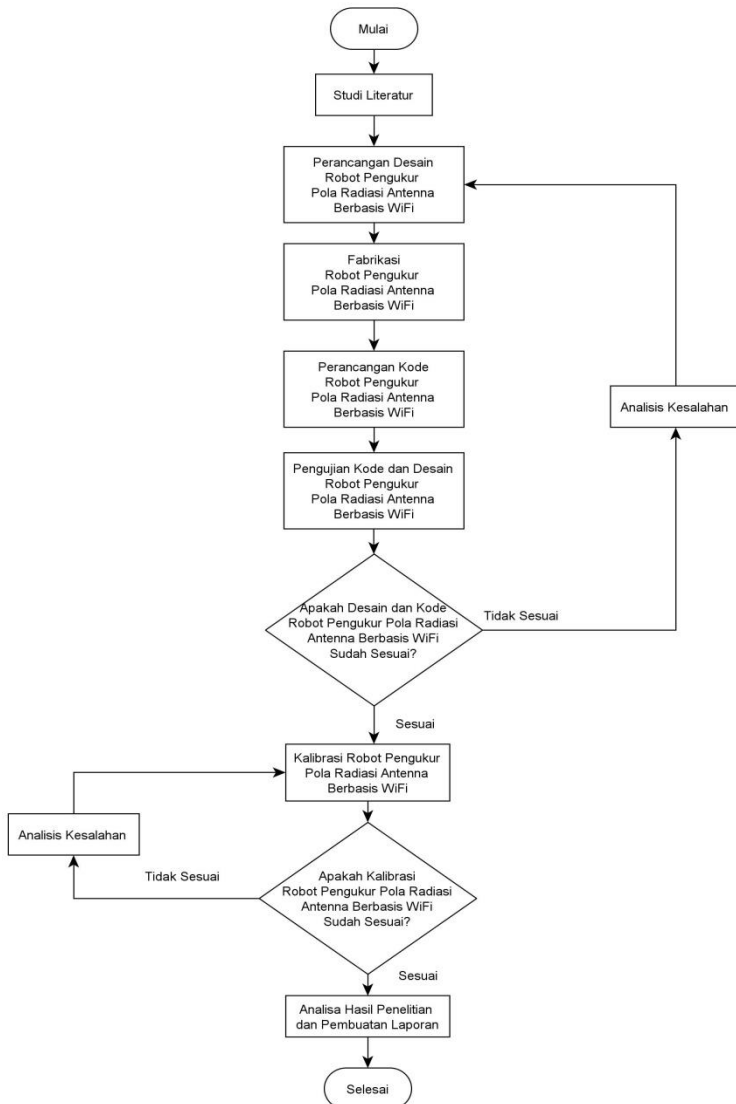
WeMos D1 R2 merupakan suatu *development board* yang memiliki modul *wireless* ESP8266. Kelebihan dari WeMos D1 R2 dibandingkan dengan penggunaan modul *wireless* secara terpisah adalah WeMos D1 R2 memiliki bentuk dan keluaran *pin* yang sama seperti pada Arduino UNO maupun Arduino Leonardo, sehingga dapat digunakan dengan *shield* yang sesuai dengan kedua Arduino tersebut, kemudian kelebihan lainnya adalah tidak memerlukan koneksi perangkat tambahan untuk berkomunikasi, karena pada *development board* ini sudah tersedia konektor *micro-USB* yang telah terhubung dengan modul *USB to Serial* CH340 dan WeMos D1 R2 juga dapat langsung diprogram melalui Arduino IDE (hobbycomponents.com).

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODOLOGI

3.1 Tahap-tahap Penelitian

Pada Tugas Akhir ini, fokus utama dalam penelitian ini adalah mendesain dan melakukan fabrikasi terhadap robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi. Proses desain dan fabrikasi ini juga meliputi kalibrasi robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi, pengujian akurasi sudut pada robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi, dan perhitungan pada pengukuran beban maksimum yang dapat diputar oleh robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi. Berikut merupakan diagram alir dari tahap-tahap penelitian Tugas Akhir ini.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian Robot Pengukur Pola Radiasi Antenna Berbasis WiFi

3.2 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mendukung proses penelitian, dari awal hingga pembuatan laporan akhir, juga berguna untuk mendapatkan dasar teori yang berkaitan dengan penelitian, sehingga dapat menjadi acuan dalam melaksanakan analisis dan pembahasan. Tahap ini dilakukan untuk mendapatkan dasar teori yang berkaitan dengan penelitian sehingga dapat menjadi acuan dalam melakukan analisis dan pembahasan. Sumber literatur yang digunakan dalam penelitian ini meliputi buku-buku, artikel, jurnal ilmiah dan internet.

3.3 Perancangan Desain Robot Pengukur Pola Radiasi Antenna Berbasis WiFi

Sebelum dilakukan fabrikasi, dilakukan perancangan desain pada robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi agar didapatkan desain alat yang sesuai dengan spesifikasi antenna yang akan dilakukan pengujian. Perancangan desain juga dilakukan agar pada saat peletakan komponen-komponen yang dibutuhkan, sudah tertata secara rapi, sehingga dapat menghindari hal-hal yang tidak diinginkan saat melakukan fabrikasi alat. Selain itu, perancangan desain juga mempertimbangkan faktor pendinginan komponen sehingga tidak terjadi gejala *overheat* ketika dipakai dalam waktu yang lama.

3.4 Fabrikasi Robot Pengukur Pola Radiasi Antenna Berbasis WiFi

Fabrikasi robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi dilakukan setelah diperoleh rancangan desain robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi yang telah sesuai dengan kebutuhan pengujian. Fabrikasi robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi dilakukan dengan dimanfaatkan *development board* Wemos D1 R2 yang berbasis dari Arduino UNO yang telah memiliki mikrokontroler ESP8266 pada *development board* tersebut, *motor stepper* 57STH56-3006A dengan merk Snasda beserta *driver motor stepper* Changzu Longs Motor DM542A, *logic level converter* empat kanal untuk

mengkonversi tegangan *logic* dari *development board* Wemos D1 R2 sebesar 3.3 volt menjadi 5 volt, dua buah *power supply*, masing-masing 24 volt 3 ampere dan 12 volt 1 ampere, dan satu buah *access point* TP Link TL WA701NDV2 beserta *adaptor access point* yang sudah dimodifikasi untuk digunakan dengan komutator.



Gambar 3.2 *Access point* yang Digunakan (Koleksi Pribadi)

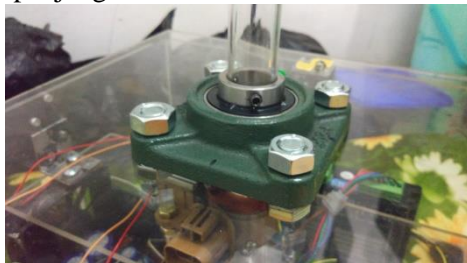
Untuk segi transmisi daya listrik dari *adaptor access point* ke *access point*, agar tidak terjadi keterbatasan putaran akibat kabel yang terlilit, digunakan satu set *carbon brush* beserta rumah *carbon brush* yang telah dimodifikasi penempatannya.

Sedangkan untuk fabrikasi *casing* dari robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi, digunakan akrilik lembar dengan ketebalan 5 mm. Penjepit antenna dan penahan *access point* dibuat dari akrilik lembar dengan ketebalan 3 mm. Penjepit antenna dan penahan *access point* dipasang pada as pemutar menggunakan Clipsal (klem kabel) dengan merk Schneider Electric berukuran 25mm yang dimodifikasi dengan tambahan bantalan karet di dalamnya agar tidak selip saat diputar dan dibaut dengan baut nilon *diameter* 5 mm panjang 30 mm.



Gambar 3.3 Clipsal (Klem Kabel) Ukuran 25 mm (Koleksi Pribadi)

Access point dibuat pada penahan *access point* dengan baut nilon *diameter* 5 mm panjang 50 mm. Pada penjepit antenna, digunakan baut nilon dengan *diameter* 6 mm dan panjang 50mm sebagai penggeser akrilik penjepit antenna dengan bagian yang terpasang pada as pemutar antenna. As pemutar antenna dan *access point* pada robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi dibuat menggunakan kombinasi akrilik tabung pejal dengan *diameter* 20 mm dan panjang 5 cm yang dimasukkan dan pipa akrilik dengan *diameter* dalam 20 mm, *diameter* luar 25 mm, dan panjang 50 cm, dibaut ke akrilik pejal tersebut dengan baut nilon ukuran 5 mm panjang 30 mm.



Gambar 3.4 *Bearing Tipe Pillow Block UCF205*(Koleksi Pribadi)

Untuk membantu kelurusan pipa akrilik yang dibaut ke akrilik tabung pejal, digunakan *bearing tipe pillow block UCF205* dengan *diameter* dalam *bearing pillow block* 25 mm, dibaut pada penutup atas berupa akrilik lembar dengan tebal 5mm. Agar tidak terjadi interferensi yang mengganggu pengukuran antenna uji, maka komponen elektronik maupun komponen yang berbahan

logam dilapis dengan lapisan yang terdiri dari isolasi listrik dan aluminum foil.

3.5 Pengujian Desain dan Kode Robot Pengukur Pola Radiasi Antenna Berbasis WiFi

Setelah dilakukan fabrikasi robot pengukur pola radiasi antenna, dilakukan pengujian desain robot pengukur pola radiasi antenna. Pada tahap ini, dilakukan pengecekan desain pada saat fabrikasi, sehingga dapat langsung dilakukan perbaikan jika ditemukan kesalahan.



Gambar 3.5 Robot Pengukur Pola Radiasi Antenna Berbasis WiFi Beserta Kedua Laptop Pengoperasi (Koleksi Pribadi)

Selain pengujian desain, dilakukan pengujian kode yang diberikan kepada mikrokontroller dan penggantian *mode access point* yang digunakan menjadi *mode repeater*. Hal ini bertujuan agar alat dapat beroperasi dan dapat merekam sinyal yang diterima oleh antenna uji yang terpasang pada *access point*.

3.6 Kalibrasi Robot Pengukur Pola Radiasi Antenna Berbasis WiFi

Setelah dilakukan pengujian desain dan kode pada robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi, dilakukan kalibrasi. Kalibrasi dilakukan agar robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi dapat mengukur *power* antenna uji dengan sudut yang tepat. Metode kalibrasi yang dilakukan pada robot pengukur

pola radiasi antenna berbasis WiFi adalah metode manual, dimana pada metode tersebut, robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi diputar melalui halaman *web* pengontrol dan dilihat sudut yang ditunjuk oleh hasil perputaran tersebut. Apabila sudut yang ditunjuk belum sesuai, maka diperlukan penyesuaian dengan menambah atau mengurangi *step* pada kode yang ditulis pada robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi.

3.7 Metode Analisis

Data-data yang telah diperoleh, selanjutnya dilakukan analisis melalui hasil secara eksperimen dan melalui perhitungan rumus. Data yang diperoleh berupa sudut pada robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi. Selain sudut, data yang diperoleh dari penelitian Tugas Akhir ini adalah perhitungan *step* setiap sudut dan sudut dari *microstepping* pada robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi. Data tersebut diolah sehingga didapatkan akurasi sudut yang dimiliki oleh robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi. Selain akurasi sudut, dilakukan perhitungan beban maksimum yang dapat diputar oleh robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi dengan acuan torsi yang tertera pada datasheet *motor stepper* yang digunakan. Hal ini digunakan sebagai acuan beban maksimum yang dapat diterima oleh robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi agar tidak terjadi kelebihan beban pada alat.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

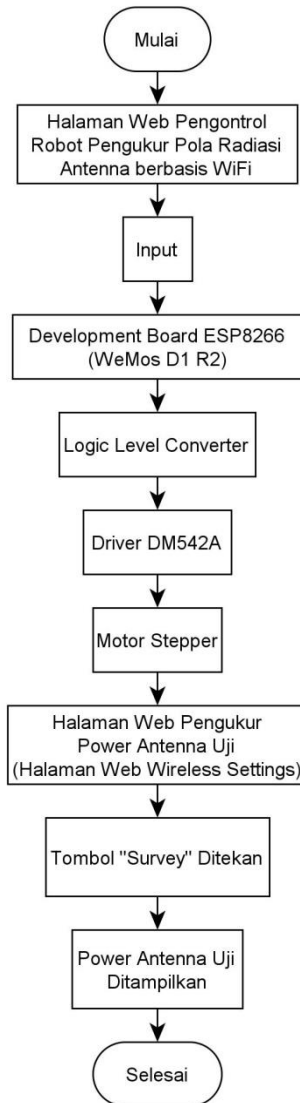
Pada penelitian Tugas Akhir ini, dipaparkan skema kerja dari robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi dilakukan pengujian akurasi sudut pada robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan sudut pada papan sudut dengan sudut yang ditunjuk oleh robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi berdasarkan step. Selain itu, dilakukan perhitungan beban maksimum yang didapat oleh robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi.

4.1 Analisis Data

Analisis data pada penelitian Tugas Akhir ini dimulai dari pemaparan skema kerja dari robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi. Skema kerja digunakan untuk mengetahui cara kerja dari suatu alat, khususnya robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi. Selain skema kerja, dilakukan analisis data terhadap hasil yang diperoleh dari pengujian akurasi sudut pada robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi. Selanjutnya dilakukan analisis perhitungan pada pengukuran beban maksimum yang dapat diterima oleh robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi.

4.1.1 Skema Kerja Robot Pengukur Pola Radiasi Antenna Berbasis WiFi

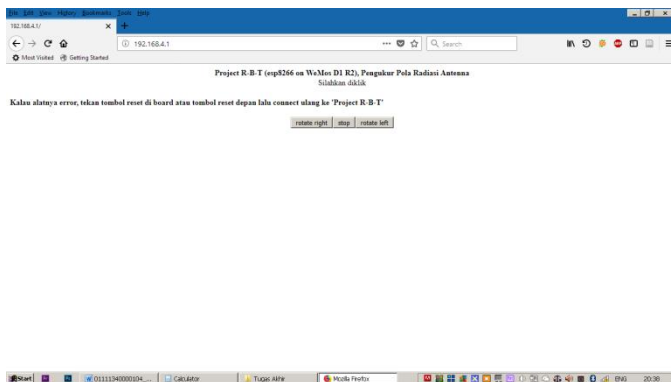
Skema kerja merupakan diagram alir yang digunakan untuk menggambarkan cara kerja dari suatu alat. Pada penelitian Tugas Akhir ini, skema kerja digunakan untuk menggambarkan cara kerja dari robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi. Skema kerja tersebut dipaparkan dalam bentuk diagram alir seperti pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Skema Kerja Robot Pengukur Pola Radiasi Antenna Berbasis WiFi

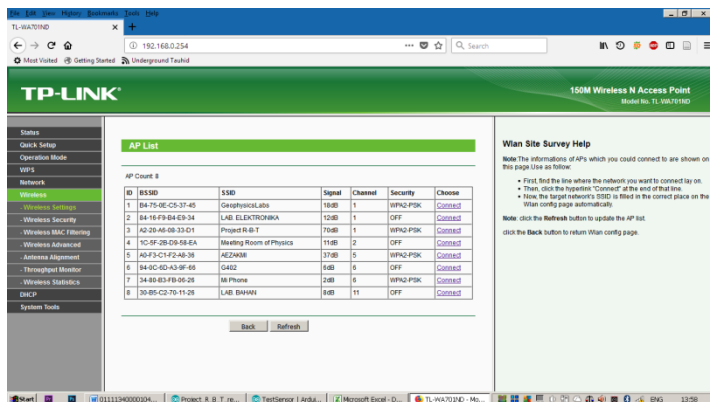
Sesuai dengan skema kerja tersebut, robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi bekerja dimulai dari halaman *web* pengontrol robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi. S Halaman *web* ini diakses melalui alamat IP default ESP8266, yaitu 192.168.4.1. Sebelum masuk ke alamat IP tersebut, jaringan WiFi pada mikrokontroler ESP8266 harus dikoneksikan terlebih dahulu dengan laptop yang digunakan.

Pada halaman *web* ini, terdapat tiga tombol di tengah halaman *web*. Tombol-tombol tersebut merupakan tombol “*rotate right*”, “*stop*”, dan “*rotate left*”. Tombol “*rotate right*” digunakan untuk memutar as pemutar pada robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi ke arah kanan sebesar lima derajat dari posisi nol derajat pada papan sudut. Tombol “*rotate left*” digunakan untuk memutar as pemutar pada robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi ke arah kiri sebesar lima derajat dari posisi nol derajat pada papan sudut. Tombol “*stop*” digunakan untuk menghentikan aktivitas pemutaran yang dilakukan oleh robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi.



Gambar 4.2 Halaman *Web* Pengontrol Robot Pengukur Pola Radiasi Antenna Berbasis WiFi (Koleksi Pribadi)

Halaman *web* pengontrol robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi digunakan untuk memberikan *input* (masukkan) ke mikrokontroler ESP8266 pada *development board* WeMos D1 R2, sehingga mikrokontroler tersebut dapat memerintahkan *driver motor stepper* untuk memutar ke arah kiri, ke arah kanan, atau berhenti. Perintah dari mikrokontroler tersebut terlebih dahulu dikonversi melalui *logic level converter* sebelum dapat diterima oleh *driver motor stepper*. Pada *driver motor stepper*, sebelumnya telah diatur terlebih dahulu jumlah *microstepping* yang digunakan. *Driver motor stepper* kemudian memerintahkan pergerakan *motor stepper* berdasarkan perintah dari mikrokontroler dan jumlah *microstepping* yang digunakan.



Gambar 4.3 Halaman *Web* Pengukur *Power* Antenna Uji (Koleksi Pribadi)

Setelah selesai melakukan kontrol perputaran pada robot pengukur pola radiasi antenna, maka dilanjutkan pada halaman *web* pengukur *power* antenna uji (halaman *web wireless settings*). Halaman *web* pengukur *power* antenna uji (halaman *web wireless settings*) diakses melalui alamat IP 192.168.0.254 setelah sebelumnya dikoneksikan terlebih dahulu ke jaringan WiFi pada

Access point. Pada halaman *web* pengukur *power* antenna uji (halaman *web wireless settings*), ditekan terlebih dahulu tombol “*Survey*” agar dapat mengeluarkan daftar *access point* yang sinyalnya tertangkap oleh antenna uji. Pada daftar *access point*, terlihat kekuatan sinyal yang ditangkap oleh antenna uji dalam satuan dB. Nilai kekuatan sinyal inilah yang menjadi data pengukuran bila dilakukan pengukuran pada antenna uji.

4.1.2 Analisis Akurasi Sudut pada Robot Pengukur Pola Radiasi Antenna Berbasis WiFi

Setelah dilakukan kalibrasi, maka dilakukan pengujian akurasi sudut pada robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi. Pengujian akurasi sudut dilakukan dengan cara yang sama seperti pada saat kalibrasi robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi, namun tidak menggunakan langkah penyesuaian kode program pada robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi. Besar sudut yang ditunjuk oleh robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi adalah berdasarkan nilai *step* yang digunakan per derajat. Untuk mengetahui nilai sudut dari *step* yang digunakan, digunakan persamaan (10).

$$\frac{\text{nilai step yang digunakan}}{\text{nilai step keseluruhan}} \times 360^\circ \dots\dots\dots(10)$$

Nilai *step* keseluruhan diperoleh dari setting pada *driver motor stepper*. Setting yang digunakan pada *driver motor stepper* merupakan setting yang dilengkapi dengan *microstepping* sebesar 1/16 atau untuk mencapai satu lingkaran penuh, dibutuhkan 3200 *steps*. Berdasarkan persamaan berikut, maka didapatkan perbandingan sudut berdasarkan *step* yang digunakan dengan sudut yang seharusnya ditunjuk pada papan sudut oleh robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi. Berikut beberapa sampel data analisis akurasi sudut pada robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi.

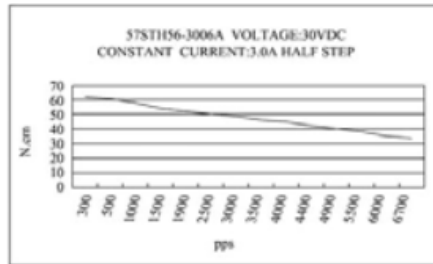
Tabel 4.1 Data Perbandingan Sudut pada Robot Pengukur Pola Radiasi Antenna Berbasis WiFi

No	Sudut pada Papan Sudut	Step	Sudut dari <i>Microstepping</i>
1	0	0	0
2	5	44	4,95
3	10	89	10,0125
4	15	133	14,9625
5	20	178	20,025
6	25	222	24,975
7	30	267	30,0375
8	35	311	34,9875
9	40	356	40,05
10	45	400	45
11	50	444	49,95
12	55	489	55,0125
13	60	533	59,9625
14	65	578	65,025
15	70	622	69,975
16	75	667	75,0375
17	80	711	79,9875
18	85	756	85,05
19	90	800	90

4.1.3 Analisis Beban Maksimum yang dapat Diputar oleh Robot Pengukur Pola Radiasi Antenna Berbasis WiFi

Analisis beban maksimum dilakukan dengan menghitung beban maksimum yang dapat diterima oleh alat berdasarkan torsi dari *motor stepper*. Torsi pada *motor stepper* diperoleh dari datasheet yang menunjukkan spesifikasi *motor stepper* yang

digunakan. *Motor stepper* yang digunakan memiliki tipe 57STH56-3006A dengan merk Snasda. *Motor stepper* ini memiliki *holding torque* sebesar 9.0 kg-cm. *Holding torque* tersebut merupakan torsi maksimum yang dimiliki oleh *motor stepper* sesuai dengan grafik karakteristik *motor stepper* pada gambar 4.4



Gambar 4.4 Grafik Karakteristik *Holding torque* pada *Motor Stepper* 57STH56-3006A

Berdasarkan grafik tersebut, torsi maksimum tercapai bila berada pada kecepatan putar yang rendah yaitu sekitar 3000 sampai 5000 rpm dan setelah itu torsi menurun seiring meningkatnya kecepatan putar *motor stepper*. Sehingga bila ingin melakukan pemutaran dengan *holding torque* yang maksimal, dibutuhkan kecepatan putar yang lebih rendah dari 5000 rpm. Kemudian *holding torque* tersebut dibagi setiap derajat, karena pada robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi, dilakukan perputaran *motor stepper* setiap lima derajat. Maka, torsi yang didapat setiap derajat, mengikuti persamaan (11)

$$\frac{\text{Sudut Perputaran}}{\text{Sudut Satu Lingkaran Penuh (360}^\circ\text{)}} \times \text{holding torque (kg - cm)} \quad (11)$$

Dari persamaan (11), maka dapat dihitung *holding torque* yang terdapat pada setiap derajat. Berikut merupakan perhitungan *holding torque* pada setiap derajat perputaran pada robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi

$$\tau_{5^\circ} = \frac{5^\circ}{360^\circ} \times 9.0 \text{ kg - cm} \dots\dots\dots(12)$$

$$= 0.01389^\circ \times 9.0 \text{ kg - cm} \dots\dots\dots(13)$$

$$= 0.12501 \text{ kg - cm} \dots\dots\dots(14)$$

Maka, *holding torque* yang terdapat pada *motor stepper* setiap perputaran sebesar lima derajat adalah 0.12501 kg-cm. Untuk mendapatkan beban maksimum yang dapat diterima oleh robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi, dicari terlebih dahulu gaya yang dihasilkan oleh *motor stepper* pada perputaran sudut lima derajat. Gaya didapatkan dari persamaan torsi yang diubah sebagai berikut:

$$F_{5^{\circ}} = \frac{r \sin \phi}{\tau} \dots \dots \dots (15)$$

$$F_{5^{\circ}} = \frac{2,5 \text{ cm} * \sin(90^{\circ})}{0.12501 \text{ kg-cm}} \dots \dots \dots (16)$$

$$F_{5^{\circ}} = \frac{2.5 \text{ cm} * (1)}{0.12501 \text{ kg-cm}} \dots \dots \dots (17)$$

$$F_{5^{\circ}} = 19.998 \text{ N} \dots \dots \dots (18)$$

Sedangkan, akselerasi pada *motor stepper* juga berpengaruh terhadap kekuatan dalam memutar beban. Kecepatan putar akselerasi yang digunakan pada kode program robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi adalah sebesar 2000 rpm, sehingga *motor stepper* akan berputar dengan perlahan dari nol sampai kecepatan 2000 rpm atau 33.33 rps. Akselerasi yang sesungguhnya dimiliki oleh *motor stepper* dengan kode program yang digunakan, dapat diketahui dengan persamaan percepatan sentripetal, yang dituliskan pada persamaan (19).

$$a_s = \frac{\omega^2}{r} \dots \dots \dots (19)$$

Dari persamaan tersebut, dapat diketahui percepatan sentripetal pada perputaran *motor stepper* dengan $r = 2.5 \text{ cm}$.

$$a_s = \frac{(33.333 \text{ rps})^2}{2.5 \text{ cm}} \dots \dots \dots (20)$$

$$a_s = \frac{1110.889 \text{ rps}}{2.5 \text{ cm}} \dots \dots \dots (21)$$

$$a_s = 444.356 \text{ rotasi/s}^2 \dots \dots \dots (22)$$

Namun, akibat perputaran yang dilakukan hanya per lima derajat, maka percepatan sentripetal yang digunakan menjadi

$$a_{s5^{\circ}} = \frac{5^{\circ}}{360^{\circ}} \times 444.356 \text{ rotasi/s}^2 \dots \dots \dots (23)$$

$$a_{s5^{\circ}} = 0.01389^{\circ} \times 444.356 \text{ rotasi/s}^2 \dots \dots \dots (24)$$

$$a_{s5^{\circ}} = 6.172 \text{ rotasi/s}^2 \dots \dots \dots (25)$$

Maka, berdasarkan percepatan sentripetal per lima derajat dan gaya per lima derajat, maka beban maksimum yang dapat diputar oleh robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi adalah

$$F_{5^\circ} = m \cdot a_{5^\circ} \dots \dots \dots (26)$$

$$19.998 \text{ N} = m \cdot 6.172 \text{ rotasi/s}^2 \dots \dots \dots (27)$$

$$m = \frac{6.172 \text{ rotasi/s}^2}{19.998 \text{ N}} \dots \dots \dots (28)$$

$$m = 0.3086 \text{ kg} \dots \dots \dots (29)$$

$$m = 308.6 \text{ gram} \dots \dots \dots (30)$$

Jadi, beban maksimum yang dapat diputar oleh robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi adalah sebesar 308.6 gram.

4.2 Pembahasan

Dari hasil yang didapatkan, pada saat sinyal masukkan (*input*) diberikan, maka *development board* WeMos D1 R2 dengan IC ESP8266 akan mengirimkan sinyal berdasarkan *input* yang diberikan. Namun, sinyal tersebut tidak langsung diberikan kepada *driver motor stepper*. Hal ini dikarenakan tegangan logika yang dikeluarkan oleh IC ESP8266 pada WeMos D1 R2 hanya memiliki tegangan sebesar 3.3 volt, sedangkan *driver motor stepper* yang digunakan membutuhkan tegangan logika sebesar 5 volt agar dapat berfungsi dengan optimal. Maka, sebelum tegangan logika masuk ke *driver motor stepper*, dikonversi terlebih dahulu dari 3.3 volt menjadi 5 volt. Konversi ini dilakukan dengan menggunakan modul *logic level converter*, sehingga tidak terjadi *loss* pada sinyal *step* yang dikirim dari IC ESP8266 ke *driver motor stepper*. *Microstepping* dilakukan pada *motor stepper* agar didapatkan sudut yang akurat.

Pada akurasi sudut, dengan adanya *microstepping* yang diterapkan pada *motor stepper* yang dimiliki oleh robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi, sudut yang ditunjuk oleh robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi mendekati sudut pada papan sudut yang digunakan. Hal ini disebabkan

keterbatasan *driver* pada saat melakukan *microstepping*, sehingga untuk mendapatkan sudut 5° , sudut yang didapat dari hasil *microstepping* adalah 4.95° . Hal ini juga berlaku untuk sudut-sudut setelahnya hingga membentuk satu lingkaran penuh. Namun terdapat beberapa sudut yang dapat ditunjuk dengan tepat menggunakan cara *microstepping*, yaitu pada sudut 0° , 45° , 90° , 135° , 180° , 225° , 270° , 315° , dan 360° karena kuantisasi *microstepping* pada sudut-sudut tersebut dapat dilakukan dengan tepat.

Berdasarkan analisis terhadap beban maksimum, diperoleh beban maksimum yang dapat diputar oleh robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi sebesar 308.6 gram. Hal ini berarti bahwa ketika robot pengukur pola radiasi antenna diberi beban diatas 308.6 gram, *motor stepper* pada robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi tersebut tidak dapat berputar akibat kelebihan beban dan bila dipaksakan akan menyebabkan panas yang berlebih pada *motor stepper* dan memperpendek umur penggunaan *motor stepper*. Pengukuran beban maksimum dilakukan dalam lima derajat karena dalam penggunaannya, robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi melakukan perputaran as pemutar sebesar lima derajat setiap dilakukan perputaran.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian Tugas Akhir tentang robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi yang telah dilakukan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi telah berhasil didesain dan difabrikasi dengan desain yang lebih praktis dengan fungsi yang lebih dari alat pemutar dan pengukur pola radiasi antenna manual.
2. *Microstepping* dilakukan agar didapat akurasi sudut yang tinggi.
3. Terdapat ketidaktepatan pada sudut yang ditunjuk oleh robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi akibat keterbatasan *microstepping* oleh *driver motor stepper* dalam hal kuantisasi *step* selain pada sudut 0° , 45° , 90° , 135° , 180° , 225° , 270° , 315° , dan 360° .
4. Beban maksimum yang dapat diputar oleh robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi adalah 308.6 gram.
5. Pengukuran beban maksimum dilakukan dalam lima derajat karena robot pengukur pola radiasi antenna berbasis WiFi digunakan dengan perputaran sebesar lima derajat pada as pemutar.

5.2 Saran

Saran dari penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Mikrokontroller yang digunakan untuk mengontrol robot pengukur pola radiasi antenna sebaiknya digabung secara nirkabel dengan *access point* yang digunakan, sehingga hanya butuh satu laptop untuk menjalankannya.
2. Papan sudut yang digunakan lebih baik diganti dengan papan sudut yang diputar, namun dengan jarum yang statis agar memudahkan dalam membaca sudut.
3. Untuk memperoleh ketepatan sudut yang tinggi, sebaiknya menggunakan gearbox pada *motor stepper* dan *microstepping* yang digunakan dikecilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Carl,J.J & Hippisley,G.W.,2012.*Practical Antenna Handbook, 5th Edition*. New York: McGraw Hill Professional
- ESP8266EX. <http://wiki.in-circuit.de/index.php5?title=ESP8266EX>. Diakses 23 Agustus 2017 pukul 08.13 WIB
- FAQ: What is *microstepping*?. <https://www.motioncontroltips.com/faq-what-is-microstepping/>. Diakses 17 Januari 2018 pukul 08.07 WIB
- Griffiths, D.J.,1999.*Introduction to Electrodynamics, 3rd Edition*.Upper Saddle River, New Jersey:Prentice Hall
- Johnson,R.C.,1993.*Antenna Engineering Handbook, 3rd Edition*.New York:McGraw Hill,Inc.
- Margolis, M.,2012.*Arduino Cookbook, 2nd Edition*.Sebastopol, California: O'Reily
- Microstepping* Tutorial. <https://www.zaber.com/microstepping-tutorial>. Diakses 17 Januari 2018 pukul 11.48 WIB
- Monk, S.,2013.*30 Arduino Project for the Evil Geniuses , 2nd Edition*.New York: McGraw Hill Education
- Scarpino, M.,2015.*Motors for Makers:a guide to steppers, servos, and other electrical machines*.Indianapolis: Que
- Schmidt, M., 2011. "*Arduino A Quick Start Guide*".North Carolina: The Pragmatic Bookshellf
- Serway,R.A & Jewett,J.W.,2004.*Physics for Scientist and Engineers, 6th Edition*. New York: Thomson Brooks/Cole
- Smith, M.S.,1988.*Introduction to Antennas*.London: Macmillan Education UK

Understanding Wireless *Access points* and Cell Networks.
<https://www.lifewire.com/wireless-access-point-816545>.
 Diakses 23 Agustus 2017 pukul 11.17 WIB

Visser, H.J.,2012.*Antenna Theory and Applications*.Chichester, West Sussex,United Kingdom:
 John Wiley & Sons Ltd.

Volakis, J.L.,Thomas, F.Eibert,2007.*Antenna Engineering Handbook*.n.a: n.a

WeMos D1 (R2) ESP8266 *Development board*.
<http://hobbycomponents.com/development-boards/863-wemos-d1-r2-esp8266-development-board>. Diakses 23 Agustus 2017 pukul 08.51 WIB

What is *access point*? - Definition from WhatIs.com.
<http://searchmobilecomputing.techtarget.com/definition/access-point>. Diakses 22 Nopember 2017 pukul 10.51 WIB

Young,H.D & Freedman,R.A.,2008.*Sears and Zemansky's University Physics with Modern Physics,12th Edition*. San Fransisco: Pearson Education, Inc.

LAMPIRAN
LAMPIRAN 1
Data Pengukuran Akurasi Sudut
Berdasarkan Perbedaan Sudut dari *Microstepping* dengan
Sudut pada Papan Sudut

Tabel L1.1. Data Pengukuran Akurasi Sudut Berdasarkan Perbedaan Sudut dari *Microstepping* dengan Sudut pada Papan Sudut

No	Sudut pada Papan Sudut	Step	Sudut dari <i>Microstepping</i>
1	0	0	0
2	5	44	4,95
3	10	89	10,0125
4	15	133	14,9625
5	20	178	20,025
6	25	222	24,975
7	30	267	30,0375
8	35	311	34,9875
9	40	356	40,05
10	45	400	45
11	50	444	49,95
12	55	489	55,0125
13	60	533	59,9625
14	65	578	65,025
15	70	622	69,975
16	75	667	75,0375

17	80	711	79,9875
18	85	756	85,05
19	90	800	90
20	95	844	94,95
21	100	889	100,0125
22	105	933	104,9625
23	110	978	110,025
24	115	1022	114,975
25	120	1067	120,0375
26	125	1111	124,9875
27	130	1156	130,05
28	135	1200	135
29	140	1244	139,95
30	145	1289	145,0125
31	150	1333	149,9625
32	155	1378	150,025
33	160	1422	159,975
34	165	1467	165,0375
35	170	1511	169,9875
36	175	1556	175,05
37	180	1600	180
38	185	1644	184,95

39	190	1689	190,0125
40	195	1733	194,9625
41	200	1778	200,025
42	205	1822	204,975
43	210	1867	210,0375
44	215	1911	214,9875
45	220	1956	220,05
46	225	2000	225
47	230	2044	229,95
48	235	2089	235,0125
49	240	2133	249,9625
50	245	2178	245,025
51	250	2222	249,975
52	255	2267	255,0375
53	260	2311	259,9875
54	265	2356	265,05
55	270	2400	270
56	275	2444	274,95
57	280	2489	280,0125
58	285	2533	284,9625
59	290	2578	290,025
60	295	2622	294,975

61	300	2667	300,0375
62	305	2711	304,9875
63	310	2756	310,05
64	315	2800	315
65	320	2844	319,95
66	325	2889	325,0125
67	330	2933	329,9625
68	335	2978	335,025
69	340	3022	339,975
70	345	3067	345,0375
71	350	3111	349,9875
72	355	3156	355,05
73	360	3200	360

LAMPIRAN 2

Kode Program Robot Pengukur Pola Radiasi Antenna Berbasis WiFi

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <AccelStepper.h>
AccelStepper stepper(1,D7,D6); // step pin = D7 dir pin = D6
WiFiServer server(80); //server memakai Port 80
void setup() {
    Serial.begin(115200); //Komunikasi antara ESP8266EX dengan
    Serial Monitor Menggunakan Baud Rate 115200
    WiFi.mode(WIFI_AP); //Mengubah mode ESP8266 pada
    WeMos D1 R2 menjadi mode Access point, ubah ke
    WiFi.mode(WIFI_STA) untuk menjadikan ESP8266 menjadi
    mode station
    WiFi.softAP("Project R-B-T", "5K4teFunK"); // Nama SSID
    dan Password yang digunakan; .
    server.begin();

    stepper.setMaxSpeed(10000);
    stepper.setAcceleration(2000);
    stepper.setMinPulseWidth(3);
    stepper.setPinsInverted(false,false);
    stepper.setPinsInverted(true,true);
    IPAddress HTTPS_ServerIP= WiFi.softAPIP(); // Mendapatkan
    IP Address server...
    Serial.print("Server IP is: "); // Memasukkan IP Address Server
    ke Serial Monitor
    Serial.println(HTTPS_ServerIP);
    Serial.print("Copy Server IP ke Web Browser");
    pinMode(14, OUTPUT);
    digitalWrite(14, LOW);
}
void rotateright()
{
    stepper.moveTo(44); //satu kali klik gerak +- lima derajat
    long lastPosition = 0;
```

```

while (stepper.distanceToGo())
{
    stepper.run();
    long thisPosition = stepper.currentPosition(); //posisi saat
ini
    if (thisPosition != lastPosition)
    {
        lastPosition = thisPosition;
    }
}
while(1);
}
void rotateleft()
{
    stepper.moveTo(-44); //satu kali klik gerak +- lima derajat
    long lastPosition = 0;
    while (stepper.distanceToGo())
    {
        stepper.run();
        long thisPosition = stepper.currentPosition(); //posisi saat
ini
        if (thisPosition != lastPosition)
        {
            lastPosition = thisPosition;
        }
    }
    while(1);
}
void loop() {
    WiFiClient client = server.available();
    if (!client) {
        return;
    }
    Serial.print("Ada yang connect nih... ");
    String request = client.readStringUntil('\r');
    Serial.println(request);
    if (request.indexOf("/rotateright") != -1){

```

```

        digitalWrite(14,HIGH);
        rotateright();
    }
    else if (request.indexOf("/rotateleft") != -1){
        digitalWrite(14,LOW);
        rotateleft();
    }
    String s = "HTTP/1.1 200 OK\r\n";
    s += "Content-Type: text/html\r\n\r\n";
    s += "<!DOCTYPE HTML>\r\n<html>\r\n";
    s += "<center><b>Project R-B-T (esp8266 on WeMos D1 R2),  
Pengukur Pola Radiasi Antenna</b></center>";
    s += "<center>Silahkan diklik</center>";
    s += "<br><b>Kalau alatnya error, tekan tombol reset di board  
atau tombol reset depan lalu connect ulang ke 'Project R-B-  
T'</b></br>";
    s += "<center><br><input type=\"button\" name=\"b1\"  
value=\"rotate right\" onclick=\"location.href='/rotateright'\">";
    s += "<input type=\"button\" name=\"b1\" value=\"stop\"  
onclick=\"location.href='/192.168.4.1'\">";
    s += "<input type=\"button\" name=\"b1\" value=\"rotate left\"  
onclick=\"location.href='/rotateleft'\"></br></center>";
    s += "</html>\n";

    client.flush(); //clear previous info in the stream
    client.print(s); // Send the response to the client
    delay(5);
    Serial.println("Client udah selesai connect, menunggu reaksi  
dari client lagi");
}

```


LAMPIRAN 3

Datasheet Motor Stepper Snasda 57STH Series



Preliminary
TECHNICAL DATASHEET
57STH Series

57mm 1.8° High Torque Hybrid Stepping Motor

Technical Specifications:

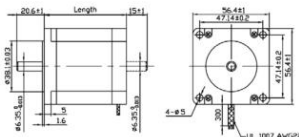
Model No.		Rated Voltage	Current /Phase	Resistance /Phase	Inductance /Phase	Holding Torque	# of Leads	Rotor Inertia	Weight	Detent Torque	Length
Single Shaft	Double Shaft	V	A	Ω	mH	kg-cm		g-cm ²	kg	kg-cm	mm
57STH41-1006A	57STH41-1006B	5.7	1	5.7	5.4	3.9	6	120	0.45	0.21	41
57STH41-2006A	57STH41-2006B	2.8	2	1.4	1.4						
57STH41-3006A	57STH41-3006B	1.9	3	0.63	0.6						
57STH41-2804A	57STH41-2804B	2	2.8	0.7	1.4	5.5	4	275	0.65	0.36	51
57STH51-1006A	57STH51-1006B	6.6	1	6.6	8.2	7.2	6				
57STH51-2006A	57STH51-2006B	3.3	2	1.65	2.2						
57STH51-3006A	57STH51-3006B	2.2	3	0.74	0.9						
57STH51-2804A	57STH51-2804B	2.3	2.8	0.83	2.2	10.1	4	300	0.7	0.4	56
57STH56-1006A	57STH56-1006B	7.4	1	7.4	10	9.0	6				
57STH56-2006A	57STH56-2006B	3.6	2	1.8	2.5						
57STH56-3006A	57STH56-3006B	2.3	3	0.75	1.1						
57STH56-2804A	57STH56-2804B	2.5	2.8	0.9	2.5	12.6	4	480	1	0.68	76
57STH76-1006A	57STH76-1006B	6.6	1	8.6	14	13.5	6				
57STH76-2006A	57STH76-2006B	4.5	2	2.25	3.6						
57STH76-3006A	57STH76-3006B	3	3	1	1.6						
57STH76-2804A	57STH76-2804B	3.2	2.8	1.13	3.6	18.9	4				

General Specifications:

Item	Specifications
Step Angle	1.8°
Step Angle Accuracy	±5% (full step, no load)
Resistance Accuracy	±10%
Inductance Accuracy	±20%
Temperature Rise	80°C Max. (rated current, 2 phase on)
Ambient Temperature	-20°C ~ +50°C
Insulation Resistance	100MQ Min., 500VDC
Dielectric Strength	500VAC for one minute
Shaft Radial Play	0.02 Max. (450g-load)
Shaft Axial Play	0.08 Max. (450g-load)
Max. radial force	75N (20mm from the Flange)
Max. axial force	15N
Rotation	CW (facing the front flange)



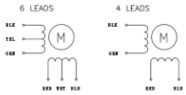
Dimensional Drawing (mm)



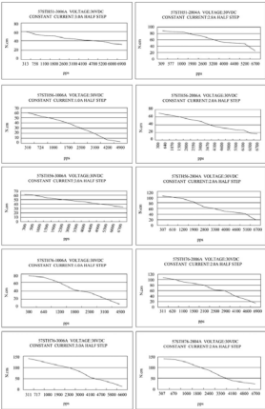
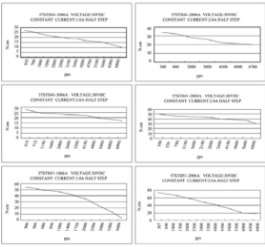
Snasda, Inc. Website: www.snasda.com e-mail: info@snasda.com



Wiring Diagram



Pull out torque



LAMPIRAN 4

Datasheet Driver Motor Stepper DM542A



www.longs-motor.com



LONGS MOTOR

DM542A

PWM CURRENT CONTROL

Introduction:

DM542A is a type of two-phase hybrid stepping motor driver. The drive voltage of which is from 18VDC to 50VDC. It is designed for use with 2-phase hybrid stepper motor of all kinds with 42mm to 86mm outside diameter and less than 4.0A phase current. This circuit that it adopts is similar to the circuit of servo control which enables the motor run smoothly almost without noise and vibration. Holding torque when DM542A run under high speed is also significantly higher than the other two-phase driver, what's more, the positioning accuracy is also higher. It is widely used in middle and big size numerical control devices such as curving machine, CNC machine, and computer embroider machine, packing machines and so on.



www.longs-motor.com

Features:

- High performance, low price
- Average current control, 2-phase sinusoidal output current drive
- Supply voltage from 18VDC to 50VDC
- Opto-isolated signal I/O
- Overvoltage, under voltage, overcurrent, phase short circuit protection
- 15 channels subdivision and automatic idle-current reduction
- 8 channels output phase current setting
- Offline command input terminal
- Motor torque is related with speed, but not related with step/revolution
- High start speed
- High holding torque under high speed



www.longs-motor.com

Electrical specification:

Input voltage	18-50VDC
Input current	≤ 4A
Output current	1.0A ~ 4.2A
Consumption	Consumption : 80W ; Internal Insurance : 6A
Temperature	Working Temperature -10 ~ 45°C ; Stocking temperature -40°C ~ 70°C
Humidity	Not condensation, no water droplets
gas	Prohibition of combustible gases and conductive dust
weight	200G



www.longs-motor.com

Pins assignments and description:

1) Connector Pins Configurations

Pin Function	Details
PUL +,PUL-	Pulse signal: PUL+ is the positive end of pulses input pin PUL- is the negative end of pulse input pin
DIR+,DIR-	DIR signal: DIR+ is the positive end of direction input pin DIR- is the negative end of direction input pin
ENBL+	Enable signal: ENBL+ is the positive end of direction input pin. This signal is used for enabling/disabling the driver. High level for enabling the driver and low level for disabling the driver.
ENBL-	ENBL- is the negative end of direction input pin. Usually left unconnected (enabled)



2) Pins wiring diagram:

PC's control signals can be active in high and low electrical level. When the high electrical level is active, all control negative signals will be connected together to GND. When low electrical level is active, all control positive signals will be connected together to public port. Now give two examples(Open collector &PNP), please check them:

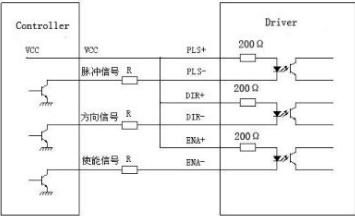


Fig 1. Input port circuit (Yang connection)
PC open collector output

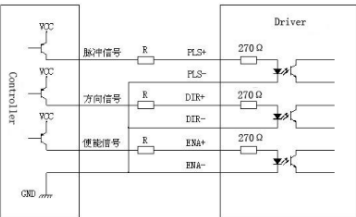


Fig. 2 Input port circuit (Yin connection)
PC PNP output



Note: When $V_{CC}=5V$, $R=0$

When $V_{CC}=12V$, $R=1K$, $P > 1/8W$

When $V_{CC}=24V$, $R=2K$, $> 1/8W$

R must connect in the control signal part .

3.Function choice (Using DIP pins to achieve this function)

1) Micro step resolution is set by SW 5,6,7,8 of the DIP switch as shown in the following table:

SWS	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF
SWS	ON	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF
SWT	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
SWS	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
PULSE/R	400	800	160	320	640	128	256	100	200	400	800	1600	3200	6400	12800

2) Standstill current setting

SW4 is used for this purpose. OFF meaning that the standstill current is set to be half of the selected dynamic current and ON meaning that standstill is set to be the same as the selected dynamic current.

3) Output current setting:



Closest to your motor's required current

			Output current (A)	
SW1	SW2	SW3	PEAK	RMS
ON	ON	ON	1.00	0.71
OFF	ON	ON	1.46	1.04
ON	OFF	ON	1.91	1.36
OFF	OFF	ON	2.37	1.69
ON	ON	OFF	2.84	2.03
OFF	ON	OFF	3.31	2.36
ON	OFF	OFF	3.76	2.69
OFF	OFF	OFF	4.70	3.00

4) Semi-flow function:

Semi-flow function is that there is not step pulse after 500 ms, the driver output current automatically reduced to 70% of rated output current, which is used to prevent motor heat.

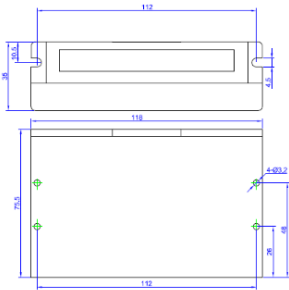


4. Pins of motor & power:

Motor and power pins	1	A+	Motors wiring	
	2	A-		
	3	B+		
	4	B-		
	5,6	DC+ DC-	Power supply	Power supply : DC18-50VDC

5. Mechanical Specification:

To have 20mm of space around, cannot be placed next to other heating devices. Whats more, avoid dust, oil mist, corrosive gas, heavy humidity and high vibration.



pic 3



6. Adjustment of troubleshooting

1). the status on light's indication
PWR: green, normal work light.
ALM: red, failure light, the motor with phase short-circuit, overvoltage and under-voltage protection.

2) Troubles

Alarm indicator	Reasons	Measures
LED off turn	Wrong connection for power	Check wiring of power
	Low-voltages for power	Enlarge voltage of power
Motor doesn't run, without holding torque	Wrong connection of stepper motor	Correct its wiring
	RESET signal is effective when offline	Make RESET ineffective
Motor doesn't run, but maintains holding torque	Without input pulse signal	Adjust PMW & signal level
Motor runs wrong direction	Wrong wires' connection	Change connection for any of 2 wires
	Wrong input direction signal	Change direction setting



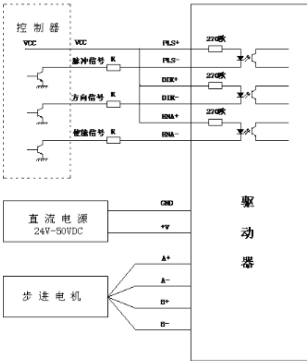
Motor's holding torque is too small	Too small relative to current setting	Correct rated current setting
	Acceleration is too fast	Reduce the acceleration
	Motor stalls	Rule out mechanical failure
	Driver does not match with the motor	Change a suitable driver

7. Driver wiring

A complete stepper motor control system should contain stepper drives, DC power supply and controller (pulse source). The following is a typical system wiring diagram



www.longs-motor.com



www.longs-motor.com

8. APPENDIX

Twelve Month Limited Warranty

LONGS MOTOR warrants its products against defects in materials and workmanship for a period of 12 months from shipment out of factory. During the warranty period, LONGS MOTOR will either, at its option, repair or replace products which proved to be defective.

Exclusions

The above warranty does not extend to any product damaged by reasons of improper or inadequate handling by customer, improper or inadequate customer wiring, unauthorized modification or misuse, or operation beyond the electrical specifications of the product and/or operation beyond environmental specifications for the product.

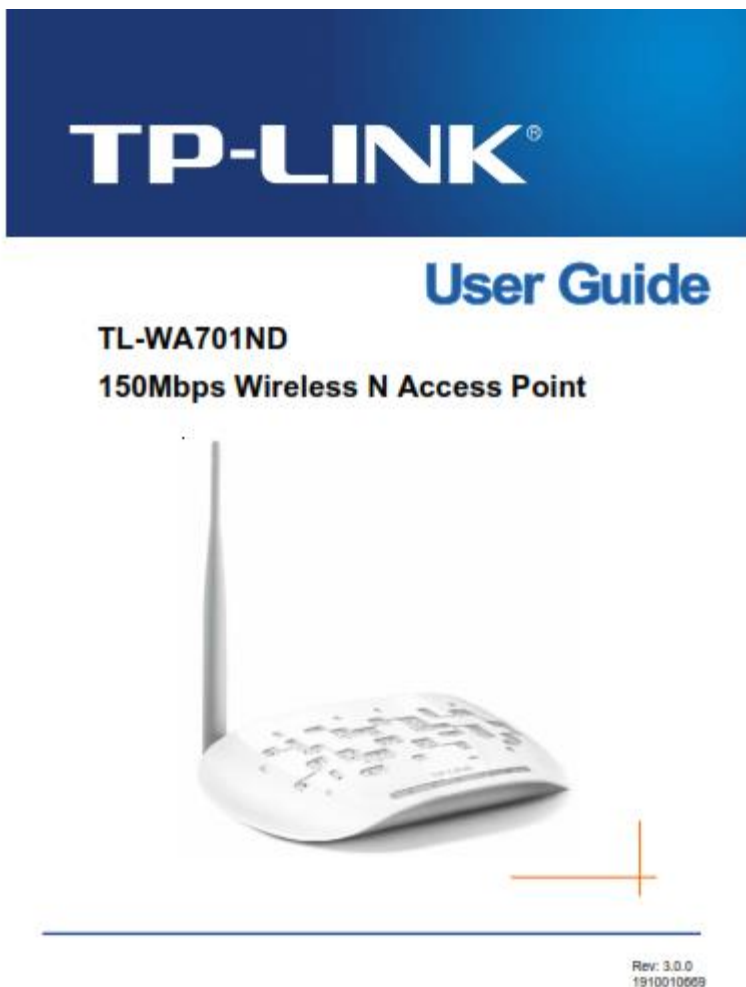
Obtaining Warranty Service

To obtain warranty service, a returned material authorization number(RMA) must be obtained from customer service at e-mail: mary@longs-motor.com. Before returning product for service, Customer shall prepay shipping charges for products returned to LONGS MOTOR for warranty service, and LONGS MOTOR shall pay for return of products to customer.

Warranty Limitations

LONGS MOTOR makes no other warranty, either expressed or implied, with respect to the product. LONGS MOTOR specifically disclaims the implied warranties of merchantability and fitness for a particular purpose. Some jurisdictions do not allow limitations on how long and implied warranty lasts, so the above limitation or exclusion may apply to you, however, any implied warranty of merchantability or fitness is limited to the 12-month duration of this written warranty.

LAMPIRAN 5
Datasheet Access Point TP-LINK TL-WA701ND V2



Downloaded from www.Mosablib.com - automatic search engine

Appendix D: Specifications

General	
Standards and Protocols	IEEE 802.3, 802.3u, 802.11n, 802.11b and 802.11g, TCP/IP, DHCP
Safety & Emission	FCC, CE
Ports	One 10/100M Auto-Negotiation LAN RJ45 port, supporting passive PoE
Cabling Type	10BASE-T: UTP category 3, 4, 5 cable (maximum 100m) EIA/TIA-568 100Ω STP (maximum 100m) 100BASE-TX: UTP category 5, 5e cable (maximum 100m) EIA/TIA-568 100Ω STP (maximum 100m)
Wireless	
Frequency Band	2.4~2.4835GHz
Radio Data Rate	11n: up to 150Mbps (Automatic) 11g: 54/48/36/24/18/12/9/6M (Automatic) 11b: 11/5.5/2/1M (Automatic)
Frequency Expansion	DSSS(Direct Sequence Spread Spectrum)
Modulation	DBPSK, DQPSK, CCK, OFDM, 16-QAM, 64-QAM
Security	WEP/WPA/WPA2/WPA2-PSK/WPA-PSK
Sensitivity @PER	130M: -65dBm@10% PER 100M: -65dBm@10% PER; 54M: -65dBm@10% PER 11M: -65dBm@8% PER 6M: -65dBm@10% PER 1M: -90dBm@8% PER
Antenna Gain	5dBi
Physical and Environment	
Working Temperature	0℃~40℃ (32℉~104℉)
Working Humidity	10% ~ 90% RH, Non-condensing
Storage Temperature	-40℃~70℃(-40℉~156℉)
Storage Humidity	5% ~ 90% RH, Non-condensing


LAMPIRAN 6

Datasheet Development Board WEMOS D1 R2

D1


An Arduino UNO Compatible wifi board based on ESP8266EX.

[Get started in Arduino](#)[Driver](#)[Buy Now](#)



Features

- 11 digital input/output pins, all pins have interrupt/pwm/I2C/one-wire supported(except for D0)
- 1 analog input(3.2V max input)
- Micro USB connection
- Power jack, 9-24V power input.
- Compatible with Arduino
- Compatible with nodemcu

Technical specs 	
Microcontroller	ESP-8266EX
Operating Voltage	3.3V
Digital I/O Pins	11
Analog Input Pins	1(Max input: 3.2V)
Clock Speed	80MHz/160MHz
Flash	4M bytes
Length	68.6mm
Width	53.4mm
Weight	25g

Pin		
Pin	Function	ESP-8266 Pin
TX	TXD	TXD
RX	RXD	RXD
A0	Analog input, max 3.3V input	A0
D0	IO	GPIO16
D1	IO, SCL	GPIO5
D2	IO, SDA	GPIO4
D3	IO, 10k Pull-up	GPIO0
D4	IO, 10k Pull-up, BUILTIN_LED	GPIO2
D5	IO, SCK	GPIO14
D6	IO, MISO	GPIO12
D7	IO, MOSI	GPIO13
D8	IO, 10k Pull-down, SS	GPIO15
G	Ground	GND
5V	5V	-
3V3	3.3V	3.3V
RST	Reset	RST

BIODATA PENULIS



Luqman Aji Kusumo merupakan nama dari penulis. Anak dari pasangan Suparji dan Sri Alis. Putra kelahiran Lamongan tanggal 19 Maret 1996. Memulai pendidikan di TK Tunas Mulia dan SDN 065 Terpadu, Kecamatan Loa Bakung, Kotamadya Samarinda. Kemudian pindah ke SDN Jetis 3 Lamongan. Melanjutkan pendidikan menengah di SMPN 1 Lamongan Kecamatan Lamongan. Pendidikan Atas di SMAN 1 Lamongan Kabupaten Lamongan. Setelah itu melanjutkan di perguruan tinggi pada tahun 2013 di Jurusan Fisika ITS Hingga sekarang dengan NRP 011340000104. Selain aktif di bangku perkuliahan penulis juga aktif di beberapa organisasi mahasiswa seperti JMMI ITS, dan FOSIF ITS.